



**COMUNE DI CORNAREDO  
CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO**

**AMBITO DI TRASFORMAZIONE "A.T. N. 12"  
IL PARCO DI VIA ROSSINI**

**ALLEGATO "C"**

---

## **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

---

MAGGIO 2017

LA PROPRIETA'

I PROGETTISTI

---

***ARCHITETTO CARLO FERRAMI  
ARCHITETTO ANDREA GASTO***

---

**FUSINA S.R.L.**

**INDAGINI NEL SOTTOSUOLO**

**COMMITTENTE:**

**IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L. – CORNAREDO (MI)**

**2463\_17**

**PROGETTO DI SEI EDIFICI RESIDENZIALI**

**IN VIA ROSSINI A CORNAREDO (MI)**

**- RELAZIONE GEOLOGICA (R1) AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008/NTC2008  
E RELAZIONE GEOLOGICA (R3) AI SENSI DELLA DGR 2616/2011 -**

**MONZA, 16 MAGGIO 2017**

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)  
Tel. 039/2028619 – Fax 039/2230311 – Cell. 348/7213807 – E-mail info @fusinasrl.it  
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	3
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	4
5	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI .....	6
6	POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI .....	6
7	FATTIBILITA' GEOLOGICA .....	7
8	ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	8
9	PIEZOMETRIA .....	8
10	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI .....	9
11	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO SISMICO.....	11
11.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.....	11
11.2	PARAMETRI SISMICI.....	12
11.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE .....	14
12	ALLEGATI .....	16

## **ALLEGATI**

Tavola 1:	Stralcio della carta geologica
Tavola 2:	Stralcio della carta dei vincoli
Tavola 3:	Stralcio della carta di fattibilità geologica e della pericolosità sismica locale
Tavola 4:	Ubicazione delle prove
Grafici delle prove penetrometriche	

## **1 PREMESSA**

L'Immobiliare Esagono s.r.l. ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto al progetto di sei edifici residenziali da realizzarsi in via Rossini a Cornaredo (MI).

La relazione geologica (R1+R3), redatta ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della D.G.R. 2616/2011, costituisce uno studio geologico, idrogeologico, idraulico e sismico finalizzato alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto e fornisce ai progettisti tutte le indicazioni necessarie alla redazione del progetto esecutivo

A tale scopo, in data 14 aprile 2017 abbiamo eseguito sei prove penetrometriche dinamiche continue SCPT.

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

- D.G.R. 2129/2014;
- L.R. 33/2015;
- DGR 5501/2016;
- Norme Tecniche per le Costruzioni - 14 Gennaio 2008;
- Circolare LL.PP. 617 – 2009;
- D.G.R. 2616/2011

### **3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

Il territorio comunale di Cornaredo si colloca nella media pianura milanese, che risulta essere dominata dai depositi fluvio-glaciali referenti al Livello Principale della Pianura.

Si tratta di un corpo sedimentario estremamente potente (120÷130 metri) costituito da ghiaie e sabbie di natura fluviale e fluvio-glaciale con lenti limo argillose aventi potenza massima di circa 2 metri.

Al limite inferiore di tale corpo sedimentario compare un livello argilloso continuo di circa 10 metri che segna il passaggio ad una diversa unità litologica sabbioso argillosa.

Tale situazione rispecchia la già nota struttura dei depositi della pianura lombarda al cui interno è possibile riconoscere tre unità litologiche a granulometria decrescente da ghiaiosa sabbiosa a sabbioso argillosa, che testimoniano il passaggio da un ambiente di formazione marino ad uno di tipo continentale.

Il territorio di Cornaredo, di natura prevalentemente pianeggiante, è caratterizzato morfologicamente da blande depressioni e consistenti opere di antropizzazione; il gradiente medio del terreno ha un'inclinazione generale da nord verso sud e un valore di circa 5 per mille.

#### **4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Analizzando le stratigrafie dei pozzi pubblici e privati presenti sul territorio è stato possibile ricostruire la stratigrafia delle Unità idrogeologiche presenti nella zona.

Nella tabella seguente sono riportate le denominazioni delle diverse Unità secondo gli Autori che hanno trattato l'argomento.

UNITA' LITOLOGICHE (MARTINIS B. & MAZZARELLA S., 1971)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE (FRANCANI & POZZI, 1981),	UNITA' STRATIGRAFICHE (PIERI & GROPPPI, 1981)	UNITA' IDROGEOLOGICHE (AVANZINI, BERETTA, FRANCANI et Al., 1995)	GRUPPI ACQUIFERI (REGIONE LOM-BARDIA & AGIP, 2002)
LITAZONA GHIAIOSO - SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Dil. Recente)	ALLUVIONE	UNITA' GHIAIOSO - SABBIOSA	A
	FLUVIOGLACIALE RISS - MINDEL AUCT. (Dil. Medio - Antico)		UNITA' SABBIOSO - GHIAIOSA	B
	CEPPO AUCT		UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
LITAZONA SABBIOSO - ARGILLOSA	VILAFRANCIANO	SABBIE DI ASTI	UNITA' SABBIOSO - ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	C
LITAZONA ARGILLOSA			UNITA' ARGILLOSA (facies marine)	D

Il Gruppo Acquifero D, il più profondo, è costituito da una sequenza in facies negativa, o a granulometria inversamente crescente (Coarsening Upward) di età pleistocenica inferiore, caratterizzata da argilla siltosa e silt con intercalazioni di sabbia fine e finissima in strati sottili alla base, sabbia grigia fine e media nella porzione intermedia, e ghiaia poligenica alternata a sabbia nella parte alta.

La successione sedimentaria è interpretata come un sistema deposizionale di delta – conoide progradante da nord verso sud.

Il soprastante Gruppo Acquifero C, attribuito al Pleistocene Medio, è ripartito in due distinti cicli regressivi: il ciclo inferiore è costituito, alla base, da sedimenti marini di piattaforma, rappresentati in prevalenza da argilla siltoso-sabbiosa che passano superiormente a depositi prevalentemente sabbiosi di ambiente transizionale, la parte alta del ciclo è invece rappresentata da depositi continentali di piana alluvionale con sabbia grigia da finissima a media, laminata, alternata ad argilla siltosa e argilla palustre scura, ricca in sostanza organica.

Il ciclo regressivo inferiore è interrotto da una fase trasgressiva che ha coinciso con la deposizione di facies transizionali di un sistema litorale a prevalenti sabbie finissime passanti superiormente ad argille marine di piattaforma.

La porzione basale del ciclo superiore è rappresentata da una sequenza di facies negativa di progradazione di sistemi deltizi (ambiente transizionale), con prevalente sabbia grigia fine e media in strati gradati. Segue una sedimentazione in ambiente continentale di piana alluvionale con sabbia grigia, da finissima a media, alternata ad argilla siltosa ed argilla nerastra.

Il Gruppo Acquifero B è suddivisibile in due distinti cicli positivi (fining upward) di spessore pari a circa 20 m mentre nel ciclo inferiore prevalgono i litotipi sabbiosi, con sabbia grigia da fine a grossolana, raramente ciottolosa, massiva o laminata, in strati gradati da sottili a molto spessi.

Il ciclo superiore è caratterizzato da granulometrie più grossolane, con chiara prevalenza delle ghiaie, nelle aree più prossime alle aree alpine di alimentazione, e delle sabbie in quelle meridionali più distali.

Il limite di base del Gruppo Acquifero B coincide con una fase molto importante nell'evoluzione sedimentaria della pianura lombarda per quanto attiene a litologie, facies sedimentarie, ambienti e sistemi deposizionali e direzione degli apporti. Esso segna infatti il passaggio alla deposizione generalizzata di sedimenti grossolani, rappresentati da sabbie medio-grossolane, sabbie ciottolose e ghiaie a matrice sabbiosa.

L'ambiente di deposizione è esclusivamente continentale con sistemi deposizionali di piana alluvionale dominata da sistemi fluviali braided ad alta energia, caratterizzati da sedimenti sabbioso - ghiaiosi poco classati organizzati in strati molto spessi, per lo più amalgamati.

Il Gruppo Acquifero A, presente dal piano campagna a circa 50-60 metri, presenta forti analogie con il sottostante Gruppo B in termini di litofacies, ambienti e sistemi deposizionali.

I depositi sono costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose poligeniche a matrice sabbiosa da media a molto grossolana; l'ambiente deposizionale è continentale e dominano, in particolare, le piane alluvionali con sistemi fluviali di tipo braided.

## **5 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI**

Il territorio comunale di Cornaredo è caratterizzato da una fitta rete di canali irrigui e fontanili.

Per quanto concerne la loro origine, le acque superficiali che attraversano il Comune possono essere suddivise nei seguenti gruppi:

- a) acque direttamente derivate dall'Olonà;
- b) acque reflue da scarichi civili a cielo aperto;
- c) acque derivanti dal canale Villorosi;
- d) acque di risorgiva (fontanili)

In particolare, per l'area in oggetto, l'idrografia è rappresentata dal Fontanile Bergamasca, dal Fontanile Laghetto e dal Canale Scolmatore di Nord-Ovest, che scorrono rispettivamente a circa 30 metri a est, 70 metri a ovest e 100 metri a sud rispetto all'area stessa.

Le relative fasce di rispetto, come indicato in tavola 2, non intersecano i confini dell'area di intervento, che pertanto risulta non vincolata dal punto di vista idrografico.

## **6 POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI**

Sul territorio comunale sono presenti pozzi ad uso idropotabile, e l'area oggetto di intervento non risulta compresa all'interno delle relative fasce di rispetto, individuate con criterio geometrico e aventi raggio pari a 200 metri e centro nei rispettivi punti di captazione.

Pertanto, anche da questo punto di vista l'area di intervento non risulta vincolata

## **7 FATTIBILITA' GEOLOGICA**

L'area oggetto di studio, per un'intorno significativo, è stata collocata nella classe di fattibilità geologica 3 a-b "fattibilità con consistenti limitazioni".

Tale zonazione mira a definire le limitazioni fisico-ambientali, in particolare nei confronti della realizzazione di nuove edificazioni e, più in generale, di qualsiasi trasformazione d'uso dei suoli.

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi.

La classe 3 è il risultato della presenza di differenti problematiche che occupano, in modo diversificato, l'intero territorio comunale. In particolare, per l'area di intervento le limitazioni geologiche sono costituite da ridotta capacità portante (primo sottosuolo poco addensato fino ad almeno 3 metri di profondità), elevata permeabilità e ridotta soggiacenza della falda.

### Prescrizioni:

E' necessario eseguire indagini geognostiche al fine di determinare lo stato di addensamento dei terreni di fondazione, nonché la capacità portante e l'interazione fra le strutture e la falda idrica.

Non potranno essere realizzati impianti, serbatoi e altre strutture contenenti, trasportanti o disperdenti sostanze chimiche classificabili come pericolose ai sensi della legislazione vigente o comunque inquinanti della falda, del suolo e del sottosuolo.

Gli impianti fognari, se di nuova realizzazione dovranno garantire, con le tecnologie disponibili e a costi sostenibili, la massima tenuta al fine di ridurre la probabilità di dispersioni.

Le strutture interrato previste, comprese le fondazioni, dovranno essere impermeabilizzate.

## **8 ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Come citato in premessa, in data 14 aprile 2017 abbiamo eseguito sei prove penetrometriche dinamiche continue SCPT.

### **Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)**

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°,  $\phi = 51$  mm;
- aste:  $\phi = 34$  mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

## **9 PIEZOMETRIA**

Durante l'esecuzione delle prove è stato rilevato il livello della falda freatica ad una profondità di 2,70 metri.

Si segnala che, durante i mesi estivi, tale livello può subire un innalzamento di ordine metrico, dovuto essenzialmente all'attività di irrigazione eseguita in questo territorio.

## **10 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI**

Le prove penetrometriche hanno rilevato un andamento geo-meccanico omogeneo su tutto l'areale di indagine: dal piano campagna a circa – 5,5/6,0 metri, il terreno possiede un grado di addensamento scarso; da tale profondità al termine delle prove (- 8,0 metri), aumenta la frazione grossolana ghiaiosa e con essa il grado di addensamento, che risulta essere medio.

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di  $N_{SPT}$ , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e della caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times Cr \times Cd \times Cn$$

dove:  $N'(60)$  = valore di resistenza normalizzato

$Cr$  = fattore di correzione funzione della profondità

$Cd$  = fattore di correzione funzione del diametro del foro

$Cn$  = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

$1.08$  = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa ( $Dr$ ) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$Dr \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute due unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **Da piano campagna a circa – 5,5/6,0 metri**  
 $N_{SPT} = 7$   
 $\Phi = 28^\circ$   
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$   
 $D_r = 25 \%$
- **Da circa – 5,5/6,0 metri a – 8,0 metri**  
 $N_{SPT} = 17$   
 $\Phi = 32^\circ$   
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$   
 $D_r = 50 \%$

**N.B.:**  $N_{SPT}$  = numero colpi/30 cm;  
 $\Phi$  = angolo di attrito del materiale;  
 $\gamma$  = peso di volume  
 $D_r$  = densità relativa

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, tali parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC2008), ottenendo parametri definiti “caratteristici”. Nel nostro caso appare giustificato il riferimento a valori medi, vista la confrontabilità delle prove su tutto l’area di indagine.

profondità	$\Phi_{\text{nominale}}$ (da prove)	$\Phi_{\text{k}}$ (caratteristico)
0 m – 5,5/6,0 m	28°	28°
5,5/6,0 m – 8,0 m	32°	32°

## **11 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO SISMICO**

### **11.1 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

In adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, viene richiesta, ad integrazione dello Studio geologico, l'analisi della sismicità e la redazione di una “Carta della Pericolosità Sismica”, secondo le modalità indicate nell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011.

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Cornaredo risulta inserito in zona sismica 4.

Come riportato nella “Carta della Pericolosità Sismica (1° livello)”, l'area di studio viene collocata nell'ambito dello scenario di pericolosità sismica locale Z4a, secondo la classificazione riportata nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, qui sotto allegata:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Le tipologie di terreni che rientrano nello scenario Z4a possono dare luogo, in occasione di eventi sismici, ad amplificazioni litologiche e geometriche.

Va sottolineato che per tutti i Comuni classificati in zona sismica 4 la normativa regionale richiede l'applicazione dei livelli di approfondimento successivi al 1°; secondo lo schema rappresentato nella seguente tabella:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Nel caso specifico, considerando che le opere in progetto non sono edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, non è richiesto l'approfondimento sismico di 2° livello. E' sufficiente quindi, secondo normativa vigente, l'approfondimento di 1° livello.

## 11.2 PARAMETRI SISMICI

Il Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" impone la verifica delle azioni sismiche sulle nuove costruzioni.

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; i parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento  $T_r$  sono quelli riportati nella seguente tabella:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,17	2,55	0,16
S.L.D.	50,0	0,21	2,52	0,19
S.L.V.	475,0	0,42	2,67	0,28
S.L.C.	975,0	0,51	2,73	0,3

Dove  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito,

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Inoltre, le NTC 2008 calcolano i coefficienti sismici  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times K_h$$

$\beta$  = Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità;

S.L. Stato limite	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [sec]
S.L.O.	0,255	0,2	0,0052	0,0026
S.L.D.	0,315	0,2	0,0064	0,0032
S.L.V.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.C.	0,765	0,2	0,0156	0,0078

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza delle opere, abbiamo assegnato ai manufatti una vita nominale  $V_n$  (2.4.1 - NTC2008) maggiore di 50 anni e una classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2008). Ne consegue che il periodo di riferimento  $V_r$  per le azioni sismiche è pari a  $V_n \times C_u$  (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC2008); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dai seguenti parametri: velocità delle onde S, numero colpi SPT e/o coesione non drenata.

Le NTC2008 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , ma in questo caso tale classe è stata definita mediante l'interpretazione delle prove penetrometriche, come concesso nelle norme.

L'area oggetto di indagine presenta terreni rientranti nella **categoria C**, definiti nel DM come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ )”*.

Come condizione topografica al contorno, dovrà essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

### 11.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Le NTC2008 (paragrafo 7.11.3.4.2) specificano che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC2008 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC2008 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel nostro caso è verificata la condizione 2, ossia  $a_{max} < 0,1g$ .

L'accelerazione massima in superficie viene desunta dai valori prescritti dalla normativa NTC 2008, ossia  $a_{max} = a_g S$

Dove  $S = S_s S_T$  (categoria di sottosuolo e categoria topografica).

In particolare, si fa riferimento alle Tabelle 3.2.V e 3.2.VI delle NTC 2008, nelle quali, per la categoria di sottosuolo C e categoria topografica T1, si ottengono i seguenti valori:

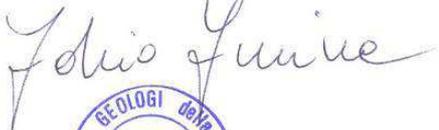
- $S_s = 1,50$
- $S_T = 1$

I risultati così ottenuti, per ciascuno stato limite, sono:

<b>Stato Limite</b>	<b><math>a_d/g[-]</math></b>	<b><math>a_{max}</math></b>
Operatività	0.017	0.0255 g
Danno	0.021	0.0315 g
Salvaguardia Vita	0.042	0.0630 g
Prevenzione Collasso	0.051	0,0765 g

Tutti i valori di  $a_{max}$  risultano inferiori a 0,1 g; per tale motivo il fenomeno della liquefazione viene escluso.

Dott. Geol. Fabio Fusina


12 ALLEGATI



5b

Fluvioglaciale e Fluviale Wurm: ghiaie, sabbie  
(Pleistocene Superiore)

NORD  


<p><b>FUSINA S.R.L.</b>          Via Becchi, 6 - 20900 Monza          Tel. 039/2029619 - Fax 039/2230311 - Cell. 3487213907          E-mail <a href="mailto:info@fusinasrl.it">info@fusinasrl.it</a></p>	
<p>COMMITTENTE:          IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.</p>	
<p>CANTIERE:          CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI</p>	
<p>TITOLO:          TAV. 1 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA</p>	
<p>DATA:          MAGGIO 2017</p>	

 AREA DI INTERVENTO

Reticolo di Bonifica di competenza del Consorzio di Bonifica Villoresi-Bareggio e Villoresi-Olona  
D.G.R. X/883 del 31/10/2013 - Allegato D

 Fascia di rispetto di 5 metri (R.R. n. 3/2010)

 Limiti Parco Agricolo Sud Milano



**PTCP - Provincia di Milano - Adottato 29/10/2013**

Ciclo delle Acque (Art. 38) - Tav. 7 - PTCP / Difesa del Suolo

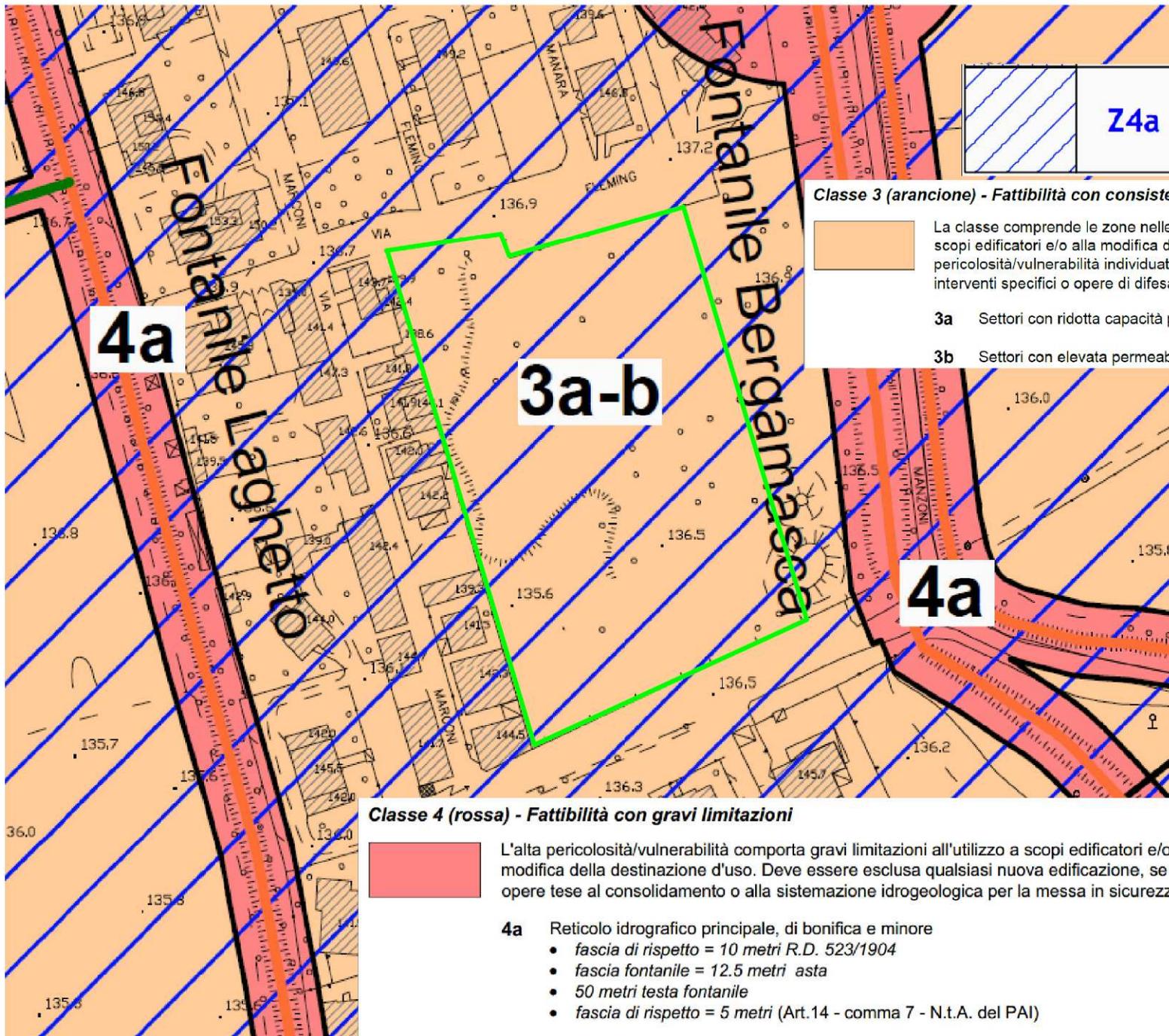
-  Ambiti di rigenerazione prevalente delle risorse idriche (punto 3 comma b)
-  Ambiti di influenza del Canale Villoresi (punto 3 comma a)
-  Ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata (punto 3 comma c)

**Scolmatore di Nord-Ovest**

**Fontanile Bergamasca**

**Fontanile Lagnetto**

<p><b>FUSINA S.R.L.</b> Via Boccioni, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail <a href="mailto:info@fusinasrl.it">info@fusinasrl.it</a></p>
<p>COMMITTENTE: IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.</p>
<p>CANTIERE: CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI</p>
<p>TITOLO: TAV. 2 - STRALCIO DELLA CARTA DEI VINCOLI</p>
<p>DATA: MAGGIO 2017</p>



 AREA DI INTERVENTO

	<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
---	------------	---

**Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni**

 La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

**3a** Settori con ridotta capacità portante; primo sottosuolo poco addensato fino a 3 metri

**3b** Settori con elevata permeabilità e ridotta soggiacenza della falda

**Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni**

 L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

- 4a** Reticolo idrografico principale, di bonifica e minore
- fascia di rispetto = 10 metri R.D. 523/1904
  - fascia fontanile = 12.5 metri asta
  - 50 metri testa fontanile
  - fascia di rispetto = 5 metri (Art.14 - comma 7 - N.t.A. del PAI)

<p><b>FUSINA S.R.L.</b>          Via Bocconi, 6 - 20900 Monza          Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807          E-mail <a href="mailto:info@fusinasrl.it">info@fusinasrl.it</a></p>
<p>COMMITTENTE:          IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.</p>
<p>CANTIERE:          CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI</p>
<p>TITOLO:          TAV. 3 - STRALCIO DELLA CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA E DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</p>
<p>DATA:          MAGGIO 2017</p>



PROVE PENETROMETRICHE



<b>FUSINA S.R.L.</b> Via Bocchini, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028019 - Fax 039/2230311 - Cell. 349/7213807 E-mail: <a href="mailto:Info@fusinasrl.it">Info@fusinasrl.it</a>
COMMITTENTE: IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.
CANTIERE: CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI
TITOLO: TAV. 4 - UBICAZIONE DELLE PROVE
DATA: MAGGIO 2017

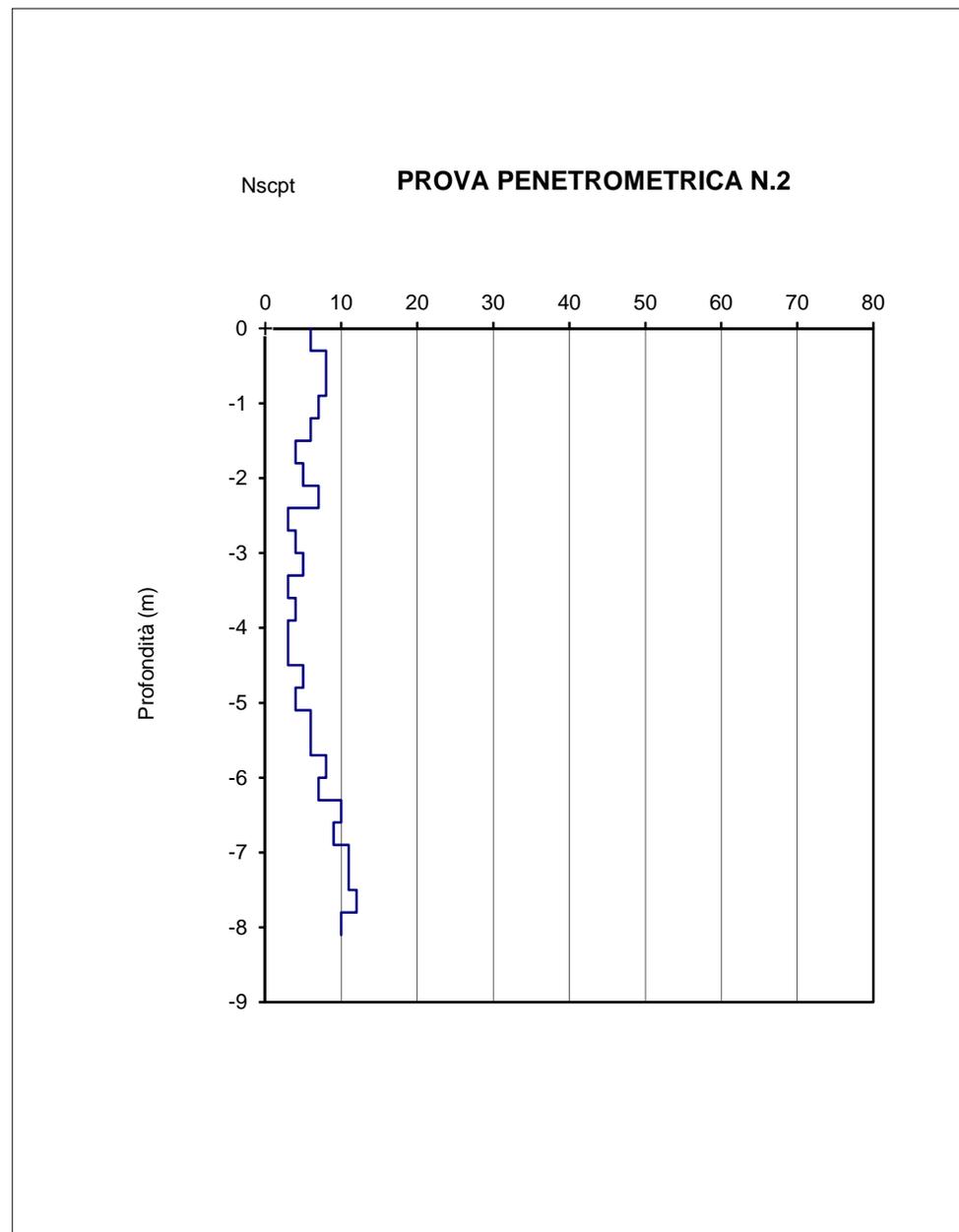


COMMITTENTE: IMMOBILIARE ESAGONO SRL  
 CANTIERE DI CORNAREDO - VIA ROSSINI  
 PROFONDITA' DELLA FALDA : - 2,70 m DA PIANO CAMPAGNA  
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 14/04/2017

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL
0	6	
	8	
	8	
	7	
-1,5	6	
	4	
	5	
	7	
	3	
-3	4	
	5	
	3	
	4	
	3	
-4,5	3	
	5	
	4	
	6	
	6	
-6	8	
	7	
	10	
	9	
	11	
-7,5	11	

Profondità	RP	RL
	12	
	10	
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



**FUSINA S.R.L.**

Via Boccioni, 6 - 20052 Monza  
 tel. 039/2028619









**FUSINA S.R.L.**

**INDAGINI NEL SOTTOSUOLO**

**COMMITTENTE:**

**IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L. – CORNAREDO (MI)**

**2463\_17**

**PROGETTO DI SEI EDIFICI RESIDENZIALI**

**IN VIA ROSSINI A CORNAREDO (MI)**

**- RELAZIONE GEOTECNICA (R2) AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008/NTC2008 -**

**MONZA, 17 MAGGIO 2017**

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)  
Tel. 039/2028619 – Fax 039/2230311 – Cell. 348/7213807 – E-mail info @fusinasrl.it  
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI.....	2
3.	METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELL'INDAGINE.....	3
4.	PIEZOMETRIA .....	3
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI .....	4
6.	PROGETTO .....	6
7.	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO.....	6
8.	CALCOLO DEI CEDIMENTI .....	10
9.	COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO DI WINKLER .....	11
10.	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO SISMICO .....	11
10.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE .....	11
10.2	PARAMETRI SISMICI .....	13
10.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE .....	14
11.	ALLEGATI .....	16

## **1. PREMESSA**

L'Immobiliare Esagono s.r.l. ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto al progetto di sei edifici residenziali da realizzarsi in via Rossini a Cornaredo (MI).

A tale scopo, in data 14 aprile 2017 abbiamo eseguito sei prove penetrometriche dinamiche continue SCPT.

L'interpretazione dei risultati, svolta in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 14/01/2008, è stata finalizzata principalmente alla definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione.

L'obiettivo è stato quello di calcolare la resistenza di progetto, i cedimenti e il coefficiente di Winkler, in funzione del corretto dimensionamento delle fondazioni previste.

Fanno parte della presente relazione tecnica i seguenti allegati:

- ubicazione delle prove;
- stralcio della carta di pericolosità sismica locale e della fattibilità geologica;
- grafici delle prove penetrometriche.

## **2. RIFERIMENTI**

### Normative e raccomandazioni

- Norme Tecniche per le Costruzioni - 14 Gennaio 2008.
- Circolare LL.PP. 617 – 2009.

### Riferimenti bibliografici

- Skempton A.W. (1986). *“Standard Penetration Test Procedures and Effects in Situ Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Ageing and Overconsolidation”* Géotechnique 36, n°2.
- Cestelli Guidi C. (1980). *“Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni”*. Settima Edizione, Hoepli. Vol. 2, pp. 144-188.
- Cestari F. (1990). *“Prove Geotecniche in Sito”*. Geo-Graph. Pp. 207-284.
- R. Lancellotta (1993). *“Geotecnica”*. Zanichelli.

### **3. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELL'INDAGINE**

#### **Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)**

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°,  $\phi = 51$  mm;
- aste:  $\phi = 34$  mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

### **4. PIEZOMETRIA**

Durante l'esecuzione delle prove è stato rilevato il livello della falda freatica ad una profondità di 2,70 metri.

Si segnala che, durante i mesi estivi, tale livello può subire un innalzamento di ordine metrico, dovuto essenzialmente all'attività di irrigazione eseguita in questo territorio.

Alla luce di ciò è fortemente consigliato impermeabilizzare le fondazioni, previste a – 1,0 metri dal piano campagna.

## **5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI**

Le prove penetrometriche hanno rilevato un andamento geo-meccanico omogeneo su tutto l'areale di indagine: dal piano campagna a circa – 5,5/6,0 metri, il terreno possiede un grado di addensamento scarso; da tale profondità al termine delle prove (- 8,0 metri), aumenta la frazione grossolana ghiaiosa e con essa il grado di addensamento, che risulta essere medio.

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di  $N_{SPT}$ , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e della caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times Cr \times Cd \times Cn$$

dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato

**Cr** = fattore di correzione funzione della profondità

**Cd** = fattore di correzione funzione del diametro del foro

**Cn** = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

**1.08** = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa ( $D_r$ ) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$Dr \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute due unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **Da piano campagna a circa – 5,5/6,0 metri**

**N<sub>SPT</sub> = 7**  
**Φ = 28°**  
**γ = 18 kN/m<sup>3</sup>**  
**D<sub>r</sub> = 25 %**
  
- **Da circa – 5,5/6,0 metri a – 8,0 metri**

**N<sub>SPT</sub> = 17**  
**Φ = 32°**  
**γ = 18 kN/m<sup>3</sup>**  
**D<sub>r</sub> = 50 %**

**N.B.:** N<sub>SPT</sub> = numero colpi/30 cm;  
 Φ = angolo di attrito del materiale;  
 γ = peso di volume  
 Dr = densità relativa

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, tali parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC2008), ottenendo parametri definiti “caratteristici”. Nel nostro caso appare giustificato il riferimento a valori medi, vista la confrontabilità delle prove su tutto l’area di indagine.

profondità	Φ <sub>nominale</sub> (da prove)	Φ <sub>k</sub> (caratteristico)
0 m – 5,5/6,0 m	28°	28°
5,5/6,0 m – 8,0 m	32°	32°

## **6. PROGETTO**

Sulla base delle indicazioni forniteci dai progettisti, riportiamo le caratteristiche principali dell'intervento edilizio.

L'intervento prevede la realizzazione di sei edifici residenziali, costituiti da tre piani fuori terra.

Le fondazioni saranno di tipo "dirette continue (travi rovesce)" e verranno impostate a – 1,0 metri; per il calcolo delle resistenze (vedi capitolo 7), consideriamo le seguenti dimensioni minime per le travi:

- Larghezza di 2,3 metri;
- Spessore di 60 cm.

## **7. CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO**

Per il calcolo della resistenza di progetto  $R_d$ , la normativa impone l'utilizzo di coefficienti parziali riduttivi, da applicare ai valori caratteristici dei parametri meccanici del terreno, secondo due approcci (6.4.2.1 – NTC2008).

Le verifiche devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e SLU di tipo strutturale (STR), accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$ , dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione e  $R_d$  è il valore di progetto di della resistenza del sistema geotecnico.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Si è scelto di utilizzare l'approccio 2, dove è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

### **Approccio 2: (azioni A1 + materiali M1 + resistenze R3)**

I coefficienti parziali dei parametri, sia per le condizioni statiche che per le condizioni

dinamiche (sisma) sono riassunti nella seguente tabella:

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Nome combinazioni	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale
1	A1+M1+R3	1	1	1	1	1	2,3
2	Sisma	1	1	1	1	1	2,3

Una volta conosciuti ed elaborati i parametri geotecnici, calcoliamo il carico limite; la valutazione è eseguita sulla base dell'equazione proposta da Hansen(1970); l'equazione adottata, nella sua forma più generale, è la seguente:

$$R_k = 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma + c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q$$

dove:

R <sub>k</sub>	[kPa]	= resistenza allo stato limite ultimo;
γ	[kN/mc]	= peso di volume;
B	[m]	= larghezza della fondazione;
c	[kPa]	= coesione;
q	[kPa]	= γ × D = sovraccarico dovuto al rinterro;
D	[m]	= profondità di incasso della fondazione;
N <sub>γ</sub> , N <sub>c</sub> , N <sub>q</sub>	[-]	= fattori di capacità portante;
S <sub>γ</sub> s <sub>c</sub> , s <sub>q</sub>	[-]	= fattori forma;
d <sub>γ</sub> , d <sub>c</sub> , d <sub>q</sub>	[-]	= fattori profondità.

Alla quota di imposta considerata, i risultati sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche (sisma) sono riportati nei seguenti tabulati.

**CONDIZIONI STATICHE:****A1+M1+R3**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,72
Fattore [Nc]	25,8
Fattore [Ng]	14,59
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,11
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,93
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	455,6 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	198,09 kN/m <sup>2</sup>

**CONDIZIONI DINAMICHE:**

Sisma [

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,72
Fattore [Nc]	25,8
Fattore [Ng]	14,59
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,11
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore <sup>chiusi</sup> inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,93
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	451,73 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	196,4 kN/m <sup>2</sup>

Si ricorda che le resistenze di progetto Rd devono essere sempre superiori alle azioni di progetto Ed (carichi), come definito nelle NTC2008.

Per il calcolo dello Stato Limite di Esercizio dividiamo il valore di progetto per il valore medio dei coefficienti di amplificazione delle azioni (A1), che, nel caso dell'approccio considerato, possiamo quantificare in **1,4**. Verificheremo quindi i cedimenti per una pressione sul terreno da parte delle fondazioni pari a circa

$$\text{SLE} = 140,28 \text{ kN/m}^2$$

## **8. CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Utilizziamo il metodo di Burland & Burbidge, basato su un'analisi statistica di oltre 200 casi reali, comprendenti fondazioni di dimensioni variabili tra 0.8 e 135 m. L'espressione per il calcolo dei cedimenti è la seguente:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{I_C}{3} + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_C \right],$$

dove:  $q'$  = pressione efficace lorda (kPa),

$\sigma'_{vo}$  = tensione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione (kPa),

$B$  = larghezza della fondazione (m),

$I_C$  = indice di compressibilità,

$f_s, f_H, f_t$  = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, della spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

I valori dei cedimenti forniti dall'equazione sopra esposta sono espressi in mm.

Il valore medio di  $I_C$  è dato da:

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}},$$

dove  $N_{AV}$  rappresenta la media dei valori  $N_{SPT}$  all'interno di una profondità significativa,  $z_i$ , deducibile da dati tabulati da Burland & Burbidge (1984) e reperibili in letteratura tecnica.

Se lo strato compressibile ha uno spessore  $H$  inferiore ai valori di  $z_i$ , nell'equazione per il calcolo del cedimento se ne tiene conto tramite il fattore  $f_H$  dalla seguente relazione:

$$f_H = \frac{H}{z_i} \cdot \left( 2 - \frac{H}{z_i} \right).$$

Il fattore di forma  $f_s$  è dato da:

$$f_s = \left( \frac{1.25 \cdot L/B}{L/B + 0.25} \right)^2.$$

Infine, il fattore correttivo  $f_t$ , è dato da:

$$f_t = \left( 1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right),$$

in cui  $t$  = tempo espresso in anni ( $\geq 3$ );

$R_3$  = costante pari a 0,3 nel caso di carichi statici.

<b>Calcolo dei cedimenti - Burland &amp; Burbidge (1984)</b>		
	<b>Tempo, 0 sec</b>	<b>Tempo, 15 anni</b>
SLE: <b>140,28 kN/m<sup>2</sup></b> Quota di imposta: - 1,0 m	$s_t = 17$ mm	$s_t = 25$ mm

## **9. COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO DI WINKLER**

Il valore del coefficiente di Winkler è il parametro che permette di determinare la rigidezza di una fondazione; viene calcolato con il metodo di Bowles (1982), in funzione dei cedimenti e della pressione sul terreno.

Il risultato ottenuto attraverso il software utilizzato è:

<b>COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)</b> Costante di Winkler	<b>18069,06 kN/m<sup>3</sup></b>
---	----------------------------------

## **10. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO SISMICO**

### **10.1 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

In adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", viene richiesta, ad integrazione dello Studio geologico, l'analisi della sismicità e la redazione di una "Carta della Pericolosità Sismica", secondo le modalità indicate nell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011.

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Cornaredo risulta inserito in zona sismica 4.

Come riportato nella "Carta della Pericolosità Sismica (1° livello)", l'area di studio viene collocata nell'ambito dello scenario di pericolosità sismica locale Z4a, secondo la classificazione riportata nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, qui sotto allegata:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Le tipologie di terreni che rientrano nello scenario Z4a possono dare luogo, in occasione di eventi sismici, ad amplificazioni litologiche e geometriche.

Va sottolineato che per tutti i Comuni classificati in zona sismica 4 la normativa regionale richiede l'applicazione dei livelli di approfondimento successivi al 1°, secondo lo schema rappresentato nella seguente tabella:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Nel caso specifico, considerando che le opere in progetto non sono edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, non è richiesto l'approfondimento sismico di 2° livello. E' sufficiente quindi, secondo normativa vigente, l'approfondimento di 1° livello.

## 10.2 **PARAMETRI SISMICI**

Il Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” impone la verifica delle azioni sismiche sulle nuove costruzioni.

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; i parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento  $T_r$  sono quelli riportati nella seguente tabella:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,17	2,55	0,16
S.L.D.	50,0	0,21	2,52	0,19
S.L.V.	475,0	0,42	2,67	0,28
S.L.C.	975,0	0,51	2,73	0,3

Dove  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito,

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Inoltre, le NTC 2008 calcolano i coefficienti sismici  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

$\beta$  = Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità;

S.L. Stato limite	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [sec]
S.L.O.	0,255	0,2	0,0052	0,0026
S.L.D.	0,315	0,2	0,0064	0,0032
S.L.V.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.C.	0,765	0,2	0,0156	0,0078

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza delle opere, abbiamo assegnato ai manufatti una vita nominale  $V_n$  (2.4.1 - NTC2008) maggiore di 50 anni e una classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2008). Ne consegue che il periodo di riferimento  $V_r$  per le azioni sismiche è pari a  $V_n \times C_u$  (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC2008); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dai seguenti parametri: velocità delle onde S, numero colpi SPT e/o coesione non drenata.

Le NTC2008 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , ma in questo caso tale classe è stata definita mediante l'interpretazione delle prove penetrometriche, come concesso nelle norme.

L'area oggetto di indagine presenta terreni rientranti nella **categoria C**, definiti nel DM come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ )”*.

Come condizione topografica al contorno, dovrà essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

### **10.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE**

Le NTC2008 (paragrafo 7.11.3.4.2) specificano che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC2008 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC2008 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel nostro caso è verificata la condizione 2, ossia  $a_{max} < 0,1g$ .

L'accelerazione massima in superficie viene desunta dai valori prescritti dalla normativa NTC 2008, ossia  $a_{max} = a_g S$

Dove  $S = S_s S_T$  (categoria di sottosuolo e categoria topografica).

In particolare, si fa riferimento alle Tabelle 3.2.V e 3.2.VI delle NTC 2008, nelle quali, per la categoria di sottosuolo C e categoria topografica T1, si ottengono i seguenti valori:

- $S_s = 1,50$
- $S_T = 1$

I risultati così ottenuti, per ciascuno stato limite, sono:

Stato Limite	$a_g/g[-]$	$a_{max}$
Operatività	0.017	0.0255 g
Danno	0.021	0.0315 g
Salvaguardia Vita	0.042	0.0630 g
Prevenzione Collasso	0.051	0,0765 g

Tutti i valori di  $a_{max}$  risultano inferiori a 0,1 g; per tale motivo il fenomeno della liquefazione viene escluso.

Dott. Geol. Fabio Fusina



Fabio Fusina

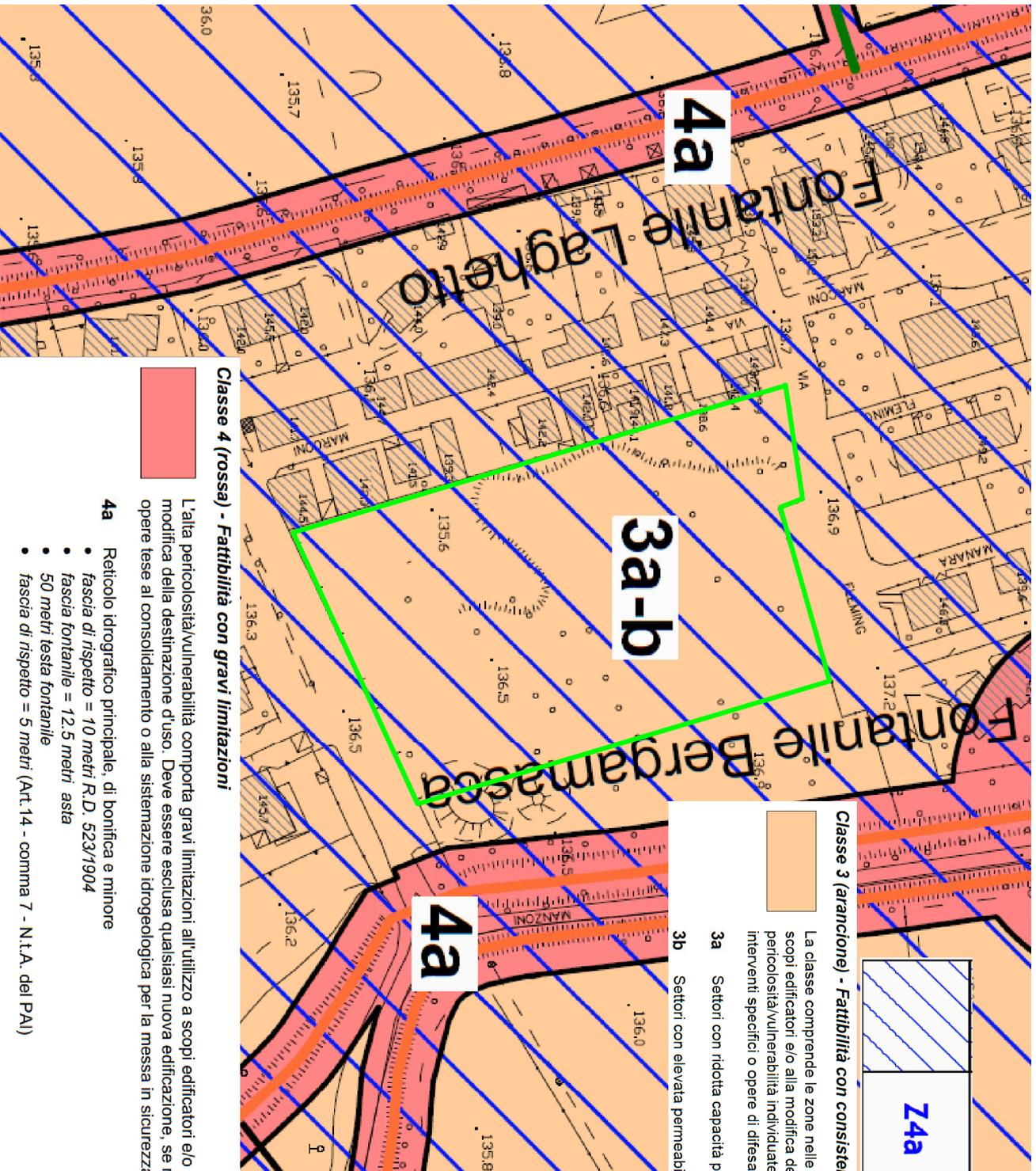
ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA  
FUSINA  
FABIO  
n° 759

**11. ALLEGATI**



PROVE PENETROMETRICHE

<p><b>FUSINA S.R.L.</b>          Via Boadenti, 6 - 20900 Monza          Tel. 039/2028619 - Fax 039/230311 - Cell. 348/7213807          E-mail <a href="mailto:Info@fusinasrl.it">Info@fusinasrl.it</a></p>	
<p>COMMITTENTE:          IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.</p>	
<p>CANTIERE:          CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI</p>	
<p>TITOLO:          UBICAZIONE DELLE PROVE</p>	
<p>DATA:          MAGGIO 2017</p>	



 AREA DI INTERVENTO

**Z4a**  
Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

**Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

- 3a** Settori con ridotta capacità portante: primo sottosuolo poco addensato fino a 3 metri
- 3b** Settori con elevata permeabilità e ridotta soggiacenza della falda

**Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni**

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

- 4a** Reticolo idrografico principale, di bonifica e minore
  - fascia di rispetto = 10 metri R.D. 523/1904
  - fascia fontanile = 12.5 metri asta
  - 50 metri testa fontanile
  - fascia di rispetto = 5 metri (Art. 14 - comma 7 - N.I.A. del PAI)

<p align="center"><b>FUSINA S.R.L.</b> Via Bocconi, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail <a href="mailto:info@fushinastile.it">info@fushinastile.it</a></p>	
COMMITTENTE:	IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L.
CANTIERE:	CORNAREDO (MI) - VIA ROSSINI
TITOLO:	STRALCIO DELLA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE
DATA:	MAGGIO 2017

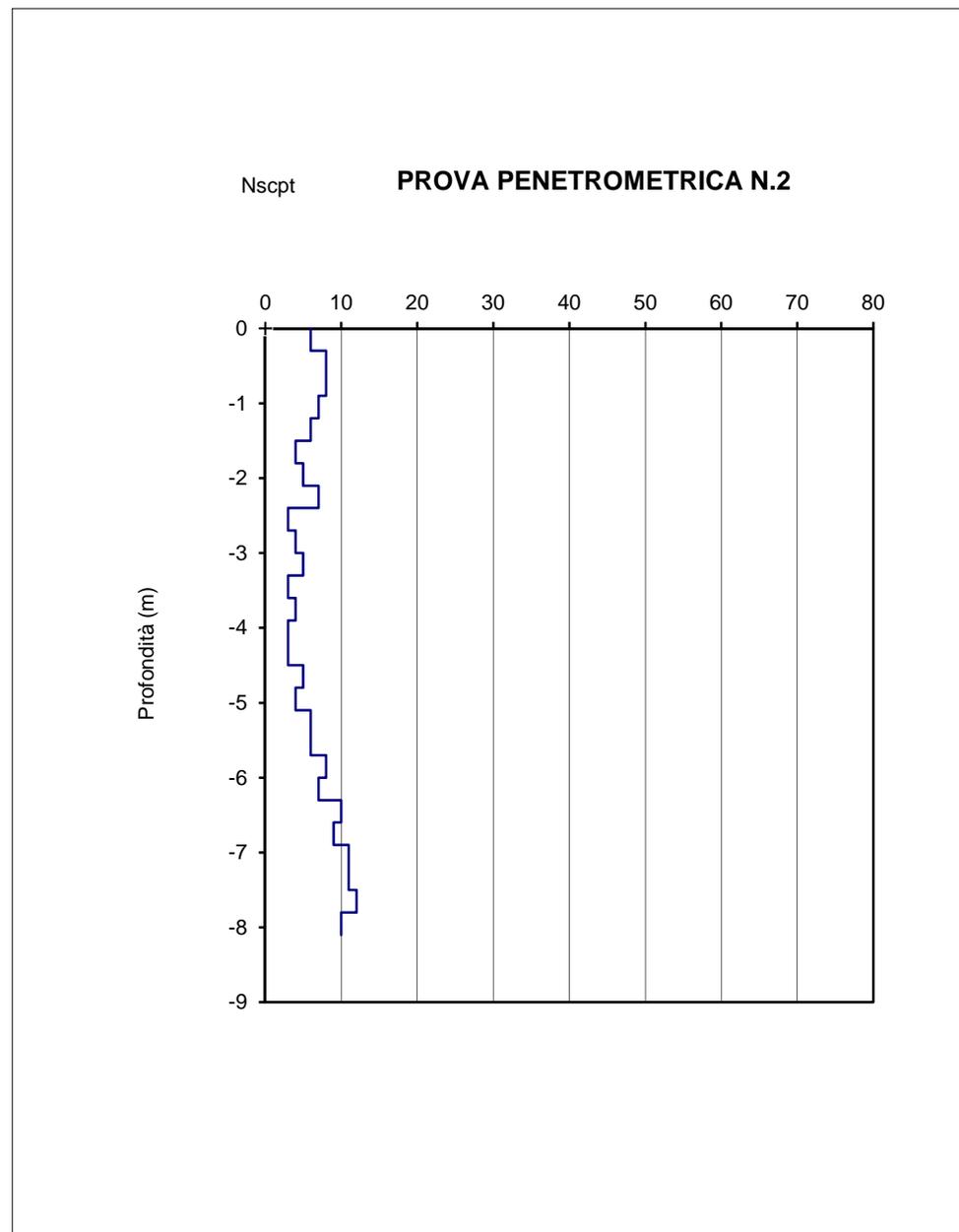


COMMITTENTE: IMMOBILIARE ESAGONO SRL  
 CANTIERE DI CORNAREDO - VIA ROSSINI  
 PROFONDITA' DELLA FALDA : - 2,70 m DA PIANO CAMPAGNA  
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 14/04/2017

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL
0	6	
	8	
	8	
	7	
-1,5	6	
	4	
	5	
	7	
	3	
-3	4	
	5	
	3	
	4	
	3	
-4,5	3	
	5	
	4	
	6	
	6	
-6	8	
	7	
	10	
	9	
	11	
-7,5	11	

Profondità	RP	RL
	12	
	10	
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



**FUSINA S.R.L.**

Via Boccioni, 6 - 20052 Monza  
 tel. 039/2028619











1.1 VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO PSL 2 LIV – DGR IX 2616/2011 all. 5 p.to 2.2

- Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)\*
- Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)\*
- Analisi di secondo livello non effettuata

\* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011

2. CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR IX 2616/2011 p.to 3.1

- 1 senza particolari limitazioni
- 2 con modeste limitazioni
- 3 con consistenti limitazioni
- 4 con gravi limitazioni

2.1 TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR IX 2616/2011 p.to 3.2

- a) Instabilità dei versanti dal punto di vista statico
- b) Vulnerabilità idrogeologica
- c) Vulnerabilità idraulica
- d) Scendenti caratteristiche geotecniche
- nessuna particolare limitazione

**DICHIARA INOLTRE**

- C. di aver seguito tutte le prescrizioni previsti dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune di .....CORNAREDO.....
- D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR IX/2616 del 30 novembre 2011:
  - Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)
  - Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)
  - Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)
  - Approfondimento relativo alle scendenti caratteristiche geotecniche (App4)
  - Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede
  - Nessun particolare approfondimento
- E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:
  - indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipo .....SEI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE S.C.P.T......
  - indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo .....

- F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:
- analisi di risposta sismica locale
  - procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo, di cui al punto 3.2.2 delle NTC, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione :
    - A       B       C       D       E
 mediante la seguente tipologia d'indagine ..... PROVE PENETROMETRICHE .....  
 la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione
- G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:
- analisi di risposta sismica locale
  - procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica, di cui al punto 3.2.2 delle NTC, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione:
    - T1       T2       T3       T4
 mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala ..... 1:10000 .....  
 la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione
- H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:
- esclusione della verifica (punto 7.11.3.4.2 NTC), opportunamente motivata in relazione
  - verifica di stabilità (punto 7.11.3.4.3 NTC) mediante la seguente metodologia .....
- I. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:
- senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
  - previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
  - previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
    - non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente
    - sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

**ASSEVERA**

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Data 16/05/2017 .....

IL GEOLOGO

*Fabio Fusina*  
(timbro e firma)





Regione Lombardia

## MODULO 10

### DICHIARAZIONE / ASSEVERAZIONE DELL'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PUNTO 6.2.2 DELLE N.T.C. DM 14/01/08

Il sottoscritto ..... FABIO FUSINA .....  
 iscritto ..... ALL'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA ..... , incaricato in data .....  
 da ..... IMMOBILIARE ESAGONO S.R.L. - CORNAREDO (MI) .....  
 per conto di .....  
 di redigere la relazione geotecnica relativa al seguente intervento .....  
 REALIZZAZIONE DI SEI EDIFICI RESIDENZIALI .....  
 .....  
 .....  
 eseguito in Comune di ..... CORNAREDO ..... Località .....  
 Via ..... ROSSINI ..... n° ..... CAP ..... 20010 .....  
 Comune Catastale ..... Foglio n. .... Mappale o Particella .....

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno i benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

#### DICHIARA

- A. di aver fatto riferimento al modello geologico desunto da specifica relazione a firma del Geologo ..... FABIO FUSINA .....
- B. di aver redatto il modello geotecnico del sito considerando un volume significativo di terreno compatibile con le caratteristiche dell'intervento e la natura e caratteristiche del sottosuolo
- C. di aver considerato nei relativi calcoli geotecnici l'effetto delle azioni sismiche attese, tenendo adeguatamente in considerazione:
1. gli effetti di amplificazione stratigrafica, attraverso:
    - analisi di risposta sismica locale
    - procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo (punto 3.2.2 delle NTC2008):

A

B

C

D

E

2. gli effetti di amplificazione topografica, attraverso:

analisi di risposta sismica locale

procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica (punto 3.2.2 delle NTC2008):

T1

T2

T3

T4

D. di aver adeguatamente tenuto in considerazione i risultati della verifica di sicurezza del terreno di fondazione nei confronti della liquefazione

E. di aver individuato i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

peso dell'unità di volume:  $0-5,5/6 \text{ m } \gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ;  $5,5/6-8 \text{ m } \gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

angolo di resistenza al taglio:  $0-5,5/6 \text{ m } \phi = 28^\circ$ ;  $5,5/6-8 \text{ m } \phi = 32^\circ$

coesione efficace: 0

coesione non drenata: 0

F. di aver eseguito i calcoli geotecnici:

in condizioni drenate

in condizioni non drenate

G. di avere redatto la presente relazione conformemente a quanto previsto dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14-01-2008

#### ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti e delle relative istruzioni applicative.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

L'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

  
(timbro e firma)

